

**PRARANCANGAN PABRIK KLOROBENZENA DARI BENZENA DAN  
KLOLIN DENGAN PROSES KLOLINASI KAPASTAS 16.500 TON/TAHUN**

***(PRE-DESIGN OF CHLOROBEZENE PLANT BY CHLORINATION PROCESS  
BETWEEN BENZENE AND CHLORINE WITH 16,500 TONS/YEAR  
CAPACITY)***



**DISUSUN OLEH :**

**MELINA                      2010814220014**

**RUSMA                        2010814220008**

**DOSEN PEMBIMBING :**

**PRIMATA MARDINA, S.T., M.Eng., Ph.D.**

**NIP. 19810324 200604 2 002**

**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT  
BANJARBARU**

**2024**

LEMBAR PENGESAHAN  
TUGAS AKHIR PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK KIMIA

PRARANCANGAN PABRIK KLOBENZENA DARI BENZENA DAN  
KLOLIN DENGAN PROSES KLOBINASI KAPASITAS 16.500  
TON/TAHUN

Oleh:

MELINA 2010814220014  
RUSMA 2010814220008

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada 14 November 2024 dan  
dinyatakan :

LULUS

Komite Penguji:

Ketua : Awali Sir Kautsar Harivram, S.T., M.T.  
NIP. 19891030 202012 1 006

Anggota : Prof. Ir. Iryanti F. Nata, S.T., M.T., Ph.D.  
NIP. 19750113 200003 2 003

Pembimbing : Primata Mardina, S.T., M.Eng., Ph.D.  
NIP. 19810324 200604 2 002

16 DEC 2024

Banjarbaru, .....

diketahui dan disahkan oleh:

Wakil Dekan Bidang Akademik  
Fakultas Teknik ULM,

Dr. Mahmud, S.T., M.T.  
NIP. 197401071998021001

Koordinator Program Studi  
S-1 Teknik Kimia

Dr. Ir. Doni Rahmat Wicakso, S.T., M.Eng.  
NIP. 198101122003121001

## KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT karena atas rahmat-Nya maka penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul ” prarancangan pabrik klorobenzena dari benzena dan klorin dengan proses klorinasi kapastas 16.500 ton/tahun”. Tugas ini disusun dalam rangka memenuhi mata kuliah tugas akhir dan sebagai persyaratan memperoleh gelar sarjana pada Program Studi S-1 Teknik Kimia Universitas Lambung Mangkurat.

Dalam kesempatan ini kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Orang tua, kakak, adik, dan seluruh keluarga besar kami yang telah memberikan segala bantuan, baik dukungan moral dan moril serta doa yang tiada henti kepada kami.
2. Ibu Primata Mardina, S.T., M.Eng., Ph.D., selaku dosen pembimbing tugas akhir kami yang telah membimbing dan memberikan bantuan berupa saran, masukan, dan ilmu yang berguna dalam kemajuan tugas akhir ini.
3. Seluruh dosen Program Studi Teknik Kimia yang telah memberikan bantuan dalam pengerjaan tugas akhir ini dan senantiasa memberikan banyak ilmu yang bermanfaat untuk kami selama masa perkuliahan.
4. Seluruh civitas akademik dan orang-orang yang ada disekitar Fakultas Teknik ULM Banjarbaru yang memberikan kami pelajaran dan pengalaman yang berharga, mengenai masalah perkuliahan atau pun yang tidak berkaitan dengan itu.
5. Seluruh staf Program Studi Teknik Kimia yang telah memberikan bantuan dalam urusan administrasi sebagai mahasiswa selama menuntut ilmu di ULM.
6. Teman-teman seperjuangan Teknik Kimia Universitas Lambung Mangkurat angkatan 2020 yang sangat kami sayangi yang selalu membantu, selalu dengan senang hati berbagi informasi dan tukar pendapat mengenai tugas akhir, tanpa kalian semua kami tidak akan menjadi seperti sekarang dan tanpa adanya kalian masa perkuliahan kami tidak akan seberwarna ini.

7. HIMATEKKIM ULM organisasi yang telah membesarkan nama kami dan juga memberikan pelajaran di luar perkuliahan yang sangat berguna nantinya.
8. Seluruh Teman dan Sahabat kami yang berada di luar sana yang tidak bisa disebutkan satu-persatu, terimakasih atas bantuan dan doanya.
9. Serta semua pihak yang telah memberikan masukan, bantuan dan kerjasamanya.

Kami menyadari bahwa tugas akhir ini masih banyak kekurangan, seperti kita ketahui bahwa tidak ada manusia yang sempurna di dunia ini, karena kesempurnaan hanya milik Allah SWT. Kami hanya bisa berusaha melakukan yang terbaik. Adanya kekurangan pada tugas akhir ini maka kami mengharapkan saran dan kritik yang membangun demi diperolehnya hasil yang maksimal dan terbaik dari tugas akhir ini. Semoga tugas akhir Prarancangan Pabrik ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Banjarbaru, Oktober 2024

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>v</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>x</b>
<b>INTISARI</b> .....	<b>xii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>I-1</b>
1.1 Latar Belakang .....	I-1
1.2 Tinjauan Pustaka .....	I-2
1.2.1 Klorobenzena.....	I-2
1.2.2 Benzena.....	I-2
1.2.3 Klorin.....	I-3
1.2.4 Diklorobenzena.....	I-3
1.2.5 <i>Ferric Chloride</i> .....	I-3
<b>1.3 Penentuan Kapasitas Perancangan</b> .....	<b>I-4</b>
1.3.1 Ketersediaan Bahan Baku.....	I-4
1.3.2    Pekiraan Kebutuhan Klorobenzena di Indonesia .....	I-5
1.3.2.1.1 Metode Regresi Linier .....	I-5
1.3.3    Kapasitas Pabrik Klorobenzena yang Sudah Beroperasi .....	I-6
1.4    Spesifikasi Bahan .....	I-8
1.4.1    Spesifikasi Bahan Baku dan Bahan Pendukung .....	I-8
1.4.2    Spesifikasi Katalisator.....	I-9
1.4.2    Spesifikasi Produk Utama dan Produk Samping .....	I-9
<b>BAB II URAIAN PROSES.</b> .....	<b>II-11</b>

2.1	Jenis Proses .....	II-11
2.1.1	Proses <i>Raschig</i> .....	II-11
2.1.2	Proses Klorinasi Benzena dengan Klorin secara Kontinyu .....	II-12
2.2	Uraian Proses.....	II-13
2.2.1	Persiapan Bahan Baku .....	II-14
2.2.3	Tahap Reaksi.....	II-14
2.2.4	Tahap Pemurnian Produk.....	II-15
2.3	Tinjauan Termodinamika.....	II-15
2.3.1	Entalpi Pembentukan.....	II-16
2.3.2	Energi Bebas Gibbs .....	II-17
2.3.3	Konstanta Kesetimbangan.....	II-18
2.4.1	Tinjauan Kinetika .....	II-19
2.5	Diagram Alir.....	II-22
2.5.1	Diagram Alir Kualitatif.....	II-22
2.5.2	Diagram Kuantitatif.....	II-23
2.5.3	<i>Process Engineering Flow Diagram</i> .....	II-24
<b>BAB III NERACA MASSA .....</b>		<b>III-25</b>
<b>BAB IV NERACA PANAS .....</b>		<b>IV-25</b>
<b>BAB V SPESIFIKASI ALAT .....</b>		<b>V-42</b>
<b>BAB VI INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA .....</b>		<b>VI-67</b>
6.1	Instrummentasi.....	VI-67
6.2	Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) .....	VI-75
6.3	Alat Pelindung Diri .....	VI-89

<b>BAB VII TATA LETAK PABRIK.....</b>	<b>VII-92</b>
7.1 Lokasi Pabrik.....	VI-92
7.2 Tata Letak Bangunan dan Peralatan Pabrik.....	VII-95
7.2.1 Tata Letak Bangun Pabrik.....	VII-95
7.2.2 Tata Letak Peralatan Proses .....	VII-99
<b>BAB VIII ORGANISASI DAN MANAJEMEN PERUSAHAAN.....</b>	<b>VIII-102</b>
8.1 Bentuk Badan Usaha Perusahaan.....	VIII-102
8.2 Struktur Organisasi Perusahaan.....	VIII-106
8.3 Tugas dan Wewenang.....	VIII-109
8.4 Status Karyawan, Penggolongan Jabatan dan Sistem Penggajian .....	VIII-116
8.5 Pembagian Jam Kerja Karyawan .....	VIII-120
8.6 Kesejahteraan Karyawan.....	VIII-122
<b>BAB IX UTILITAS .....</b>	<b>IX-125</b>
9.1 Unit Penyediaan Air .....	IX-125
9.1.1 Kebutuhan Air.....	IX-126
9.1.2 Pengolahan Air.....	IX-132
9.1.3 Kebutuhan Bahan Kimia untuk Pengolahan Air .....	IX-140
9.1.4 Spesifikasi Peralatan Unit Penyediaan Air: .....	IX-140
9.2 Unit Pembangkit Listrik .....	IX-165
9.3 Unit Penyedia Bahan Bakar.....	IX-166
9.4 Unit Pengelolaan Limbah .....	IX-167
9.4.1 Spesifikasi Alat Pengelolaan Limbah .....	IX-168
<b>BAB X EVALUASIEKONOMI .....</b>	<b>X-171</b>
10.1 Penaksiran Harga Peralatan .....	X-172

10.2	Penentuan Total Investasi Modal (TCI).....	X-173
10.2.1	Investasi Modal Tetap ( <i>Fixed Capital Investment</i> ).....	X-173
10.2.2	Modal kerja/ <i>Working Capital</i> (WC).....	X-175
10.2.3	Plant Start Up .....	X-176
10.3	Penentuan Biaya Total Produksi.....	X-176
10.3.1	Manufacturing Cost (MC).....	X-176
10.3.2	General Expence.....	X-178
	<b>10.4. Total Penjualan</b> .....	<b>X-179</b>
10.5	Perkiraan Rugi/Laba Usaha .....	X-180
10.6	Analisis Kelayakan .....	X-180
10.6.1	Percent Profit on Sales (POS).....	X-180
10.6.2	<i>Percent Return On Investement (ROI)</i> .....	X-180
10.6.3	<i>Pay Out Time (POT)</i> .....	X-181
10.6.3	<i>Net Present Value (NPV)</i> .....	X-181
10.6.4	Interest Rate of Return (IRR).....	X-181
10.6.5	<i>Break Even Point (BEP)</i> .....	X-182
10.6.6	Shut Down Point (SDP) .....	X-182
	<b>BAB XI KESIMPULAN</b> .....	<b>XI-185</b>
	<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>DP-186</b>

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.1</b> Struktur Klorobenzena.....	<b>I-2</b>
<b>Gambar 1.2</b> Struktur Benzena .....	<b>I-3</b>
<b>Gambar 1.3</b> Struktur Klorin.....	<b>I-3</b>
<b>Gambar 1.4</b> Struktur Diklorobenzena.....	<b>I-4</b>
<b>Gambar 1.6</b> Struktur <i>Ferric Chloride</i> .....	<b>I-5</b>
<b>Gambar 1.7</b> Grafik Perhitungan dengan Metode Linear .....	<b>I-6</b>
<b>Gambar 2. 1</b> Diagram Alir Kualitatif.....	<b>II-22</b>
<b>Gambar 2. 2</b> Diagram Alir Kuantitatif.....	<b>II-23</b>
<b>Gambar 2. 3</b> <i>Proses Engineering Flow Diagram</i> ... ..	<b>II-24</b>
<b>Gambar 7. 1</b> Tata Letak Lokasi Pabrik.....	<b>VII-95</b>
<b>Gambar 7. 2</b> Tata Letak Bangunan Pabrik lorobenzena.....	<b>VII-98</b>
<b>Gambar 7. 3</b> Layout Pabrik.....	<b>VII-101</b>
<b>Gambar 8. 1</b> Struktur Organisasi Perusahaan .....	<b>VIII-108</b>
<b>Gambar 10. 1</b> <i>Break Even Point dan Shut Down Point</i> .....	<b>IX-183</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 1.1</b> Data Impor Klorobenzena di Indonesia.....	<b>I-6</b>
<b>Tabel 1.2</b> Data Pabrik Klorobenzena yang Telah Berdiri .....	<b>I-7</b>
<b>Tabel 2.1</b> Konversi Reaksi Klorobenzena .....	<b>II-13</b>
<b>Tabel 2.2</b> Perbandingan Pemilihan Proses Produksi Klorobenzena.....	<b>II-14</b>
<b>Tabel 2.3</b> Nilai $\Delta H^{\circ}_f$ dan $\Delta G^{\circ}_f$ Masing-Masing Komponen.....	<b>II-17</b>
<b>Tabel 3. 1</b> Neraca Massa Reaktor .....	<b>III-Error! Bookmark not defined.</b>
<b>Tabel 3. 2</b> Neraca Massa absorber.....	<b>III-26</b>
<b>Tabel 3. 4</b> Neraca Massa Menara Distilasi 1 .....	<b>III-28</b>
<b>Tabel 3. 5</b> Neraca Massa Menara Distilasi 2 .....	<b>111-29</b>
<b>Tabel 4. 6</b> Neraca Panas <i>Expander-01</i> .....	<b>IV-30</b>
<b>Tabel 4. 7</b> Neraca Panas Total <i>Heater 1</i> .....	<b>IV-31</b>
<b>Tabel 4. 8</b> Neraca Panas Total Reaktor.....	<b>IV-30</b>
<b>Tabel 4. 9</b> Neraca Panas Total <i>Expander 2</i> .....	<b>IV-31</b>
<b>Tabel 4. 10</b> Neraca Panas <i>Cooler 1</i> .....	<b>IV-30</b>
<b>Tabel 4. 11</b> Neraca Panas Total Absorber .....	<b>IV-31</b>
<b>Tabel 4. 12</b> Neraca Panas Total Kompresor .....	<b>IV-30</b>
<b>Tabel 4. 12</b> Neraca Panas Total <i>Cooler 2</i> .....	<b>IV-31</b>
<b>Tabel 4. 14</b> Neraca Panas Total <i>Cooler 3</i> .....	<b>IV-30</b>
<b>Tabel 4. 15</b> Neraca Panas Total <i>Cooler 4</i> .....	<b>IV-31</b>
<b>Tabel 4. 17</b> Neraca Panas Total <i>Heater 2</i> .....	<b>IV-31</b>
<b>Tabel 4. 18</b> Neraca Panas Menara Distilasi 1 .....	<b>IV-30</b>
<b>Tabel 4. 19</b> Neraca Panas Total Cooler 5.....	<b>IV-31</b>
<b>Tabel 4. 20</b> Neraca Panas Total Menara Distilasi 2 .....	<b>IV-30</b>
<b>Tabel 4. 21</b> Neraca Panas Total <i>Cooler 6</i> .....	<b>IV-31</b>
<b>Tabel 4. 22</b> Neraca Panas Total <i>Cooler 6</i> .....	<b>IV-31</b>
<b>Tabel 7. 1</b> Rincian Luas Tanah dan Bangunan Pabrik .....	<b>VII-96</b>
<b>Tabel 8. 1</b> Penggolongan Jabatan.....	<b>VIII-117</b>

<b>Tabel 8. 2</b>	<b>Daftar Gaji Karyawan.....</b>	<b>VIII-118</b>
<b>Tabel 8. 3</b>	<b>Jadwal Kerja Masing - Masing Regu.....</b>	<b>VIII-121</b>
<b>Tabel 9. 1</b>	<b>Kebutuhan Air Pendingin.....</b>	<b>IX- 127</b>
<b>Tabel 9. 2</b>	<b>Kebutuhan Steam.....</b>	<b>IX-129</b>
<b>Tabel 9. 3</b>	<b>Kebutuhan Air Proses .....</b>	<b>IX-131</b>
<b>Tabel 9. 4</b>	<b>Kebutuhan Air Keseluruhan.....</b>	<b>IX-132</b>
<b>Tabel 9. 5</b>	<b>Standar Kualitas Air Bersih .....</b>	<b>IX-133</b>
<b>Tabel 9. 6</b>	<b>Syarat-Syarat Air Umpan Boiler .....</b>	<b>IX-140</b>

## INTISARI

Klorobenzena digunakan dalam industri agrokimia, bahan baku pembuatan fenol, sebagai bahan penunjang dalam pembuatan pestisida dan herbisida serta bahan tambahan seperti pelarut, pewarna, dan cat. Metode pembuatan klorobenzena menggunakan proses klorinasi secara kontinyu dengan kapasitas 16.500 ton/tahun. Bahan baku yang digunakan untuk mengoperasikan pabrik ini dengan mereaksikan benzena dan klorin dengan bantuan katalisator *ferric chloride* ( $\text{FeCl}_3$ ). Reaksi akan dilakukan dalam *bubble reactor* dengan waktu reaksi selama 1 jam pada tekanan 2,4 atm dan suhu  $70^\circ\text{C}$  secara eksotermal dengan konversi sebesar 79%. Keluaran reaktor akan menghasilkan klorobenzena sebagai produk utama dan diklorobenzena sebagai produk samping dengan kemurnian 99%. Pabrik klorobenzena dengan kapasitas 16.500 ton/tahun didirikan untuk memenuhi kebutuhan klorobenzena di dalam negeri maupun di luar negeri. Pabrik beroperasi selama 330 hari pertahun. Lokasi yang dipilih untuk mendirikan pabrik ini berada di kawasan Cilacap, Jawa Tengah seluas  $20.000 \text{ m}^2$ . Kebutuhan air utilitas diambil dari Sungai Donan sebanyak  $193,0960 \text{ m}^3/\text{hari}$ . Tenaga kerja yang dibutuhkan sebanyak 131 orang dengan bentuk hukum perusahaan yaitu Perseroan Terbatas (PT) serta sistem organisasi yaitu garis dan staf. Berdasarkan perhitungan evaluasi ekonomi untuk pendirian pabrik klorobenzena didapatkan nilai *Return of Investment* (ROI) sesudah pajak sebesar 26%, *Pay Out Time* (POT) sesudah pajak selama 2,79 tahun. Sedangkan nilai *Break Even Point* (BEP) sebesar 51% dan *Shut Down Point* (SDP) sebesar 37%. Nilai-nilai tersebut menunjukkan bahwa pabrik ini bisa dipertimbangkan pendiriannya dan dapat diteruskan ke tahap perencanaan pabrik.

**Kata kunci** : Benzena, *Bubble Reactor*, Klorin, Klorobenzena, Proses Klorinasi.